

RECEIVED PCT 21 MAR 2003

PCT/DE 03/02175

BUNDESPUBLIK DEUTSCHLAND

BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 19 AUG 2003

WIPO PCT

10/528465

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 48 467.8

Anmeldetag: 17. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Druckübersetzer und
fördermengenreduziertem Niederdruckkreis

IPC: F 02 M 37/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

R. 303671

Robert Bosch GmbH

5 17. Oktober 2002

Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Druckübersetzer und fördermengenreduziertem Niederdruckkreis

10

Technisches Gebiet

Zur Versorgung von Brennräumen selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff können sowohl druckgesteuerte als auch hubgesteuerte Einspritzsysteme eingesetzt werden. Als Kraftstoffeinspritzsysteme kommen neben Pumpe-Düse-Einheiten (PDE), Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten (PLD) auch Speichereinspritzsysteme zum Einsatz. Speichereinspritzsysteme (Common-Rail) ermöglichen in vorteilhafter Weise, den Einspritzdruck an Last und Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine anzupassen. Zur Erzielung hoher spezifischer Leistungen ist ein hoher Einspritzdruck erforderlich. Je höher der erzielbare Einspritzdruck ist, desto geringer sind die Emissionen der Verbrennungskraftmaschine.

Stand der Technik

25

DE 199 10 970 A1 hat eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung zum Gegenstand. Diese weist eine zwischen einem Druckspeicherraum und einem Düsenraum angeordnete Druckübersetzungseinheit auf, deren Druckkammer über eine Druckleitung mit dem Düsenraum verbunden ist. Weiterhin ist eine an den Druckspeicherraum angeschlossene Bypass-Leitung vorgesehen. Die Bypass-Leitung ist direkt mit der Druckleitung verbunden. Die Bypass-Leitung ist für eine Druckeinspritzung verwendbar und ist parallel zur Druckkammer angeordnet, so dass bei Bypass-Leitung unabhängig von der Bewegung und Stellung eines verschieblichen Druckmittels der Druckübersetzungseinheit durchgängig ist. Dies ermöglicht eine höhere Flexibilität hinsichtlich der Einspritzung.

35

DE 101 23 911.4 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Druckübersetzungseinrichtung. Eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Verbrennungskraftmaschinen umfasst einen von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor mit

einer Druckübersetzungseinrichtung. Die Druckübersetzungseinrichtung enthält einen beweglichen Kolben, der einen an die Kraftstoffhochdruckquelle angeschlossenen Raum von einer mit dem Injektor verbundenen Hochdruckraum trennt. Der Hochdruckraum ist mit einem Rückraum über eine Kraftstoffleitung verbunden, so dass der Hochdruckraum über
5 den Rückraum der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff befüllbar ist. Die Ansteuerung der aus DE 101 23 911.4 bekannten Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Druckübersetzungseinrichtung erfolgt über eine Druckentlastung des Rückraumes der Druckübersetzungseinrichtung. Gemäß der aus DE 199 10 970 A1 und DE 101 23 911.4 bekannten Lösungen umfasst die Kraftstoffeinspritzeinrichtung einen hubgesteuerten Kraftstoffinjektor.
10 Jedem Kraftstoffinjektor ist ein Druckverstärker zugeordnet, um den Einspritzdruck bei Bedarf zu erhöhen. Die Ansteuerung der Druckübersetzungseinrichtung erfolgt über ein einfaches 2/2-Wege-Ventil und führt zu verringerten Entspannungsverlusten, da der Rückraum der Druckübersetzungseinrichtung zu deren Betätigung druckentlastet wird. Weiterhin erlauben diese Lösungen die Durchführung von Mehrfacheinspritzungen und eine flexible Einspritzverlaufsformung.

Der Einsatz einer Druckübersetzungseinrichtung bei einem einen Hochdruckspeicher umfassenden Kraftstoffeinspritzsystem führt zu einem stark erhöhten Mengenbedarf pro Kraftstoffinjektor innerhalb des Einspritzsystemes. Für ein Hochdruck-Förderaggregat ergibt sich dadurch eine erhöhte Fördermenge bei einem reduzierten Druckniveau. Für eine
20 Niederdruckpumpe erhöht sich ebenfalls die Fördermenge. Das Druckniveau des Niederdruck-Förderaggregates reduziert sich jedoch nicht, da eine gute Füllung der Pumpenräume des Hochdruckförderaggregates und eine exakte Dosierbarkeit der Fördermenge durch die Zumesseinheit im Kraftstoffsystem zu gewährleisten ist. Die Auslegung der Vorförderpumpe für die großen, bei Kraftstoffinjektoren mit Druckübersetzer erforderlichen Mengenströme stellt daher ein Problem dar. Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem mit Hochdruckspeicherraum mit integriertem Druckübersetzer treten bedingt durch die Druckübersetzung hohe Rücklaufmengen auf, die ein mehrfaches der über den jeweiligen Kraftstoffinjektor einzuspritzenden Kraftstoffmenge betragen. Diese Kraftstoffmenge wird bei den
25 aus dem Stand der Technik bekannten Systemen vollständig entspannt und in den lediglich dem Atmosphärendruck ausgesetzten Kraftstofftank zugeführt. Anschließend muss der gesamte Mengenbedarf des Kraftstoffeinspritzsystemes von der Niederdruckpumpe auf Vorförderdruck komprimiert werden, um eine Füllung der Pumpenräume des Hochdruckförderaggregates zu ermöglichen.
30

Darstellung der Erfindung

Nach der erfindungsgemäßen Lösung wird zur Verringerung der Vorfördermenge der Rücklauf des Druckverstärkers nicht vollständig entspannt und in den Kraftstofftank zurückgeführt. Gemäß der vorgeschlagenen Lösung kann in den Rücklauf des Druckübersetzers ein Ausgleichsbehälter integriert werden und eine Rücklaufleitung in den Niederdruckkreis beispielsweise unmittelbar hinter dem druckseitigen Ausgang des Vorförderaggregates in den Niederdruckkreis münden. Dadurch lässt sich die aus dem Druckübersetzer rücklaufende Kraftstoffmenge nur bis auf das verhältnismäßig geringe Druckniveau der Vorförderpumpe, d.h. den Vorförderdruck entspannen. Dadurch verringert sich die von der Vorförderpumpe zu fördernde Menge entsprechend des Druckübersetzungsverhältnisses des Druckübersetzers.

Der Rücklauf des Druckverstärkers kann an beliebiger Stelle in den von der Vorförderpumpe beaufschlagten Niederdruckkreis eingespeist werden. Der Rücklauf kann einerseits vor einem Kraftstofffilter eingespeist werden, um eine Reinigung des Kraftstoffes zu gewährleisten, andererseits ist es auch möglich, den vom Druckübersetzer zurückströmenden Druckübersetzerrücklauf nach dem Kraftstofffilter in den Niederdruckkreis einzuspeisen, um die Filtergröße zu verringern. Des weiteren besteht die Möglichkeit, nach einer dem Hochdruckförderaggregat vorgeschalteten Zumesseinheit dem Druckverstärkerrücklauf in den niederdruckseitigen Kreis einzuspeisen, um den notwendigen Durchflussquerschnitt einer Zumesseinheit zur Bedarfsregelung des Hochdruckförderaggregats zu verringern. Als weitere Ausführungsmöglichkeit sei genannt, auch den Rücklauf des Kraftstoffinjektors ebenfalls nur bis auf das von der Vorförderpumpe aufbaubare Druckniveau zu entspannen und der Vorförderpumpe nachgeschaltet in den Niederdruckkreis einzuspeisen. Diese Ausführungsvariante kann bei Kraftstoffeinspritzsystemen mit Hochdruckspeicherraum ohne Druckübersetzer zur Reduktion der Niederdruckfördermenge eingesetzt werden, da je nach Bauweise des Kraftstoffinjektors und im Hochdruckspeicherraum herrschenden Druckniveau die Rücklaufmenge des Kraftstoffinjektors einen erheblichen Anteil der Gesamtmenge darstellen kann. Es ist jedoch auch möglich, nur eine Teilmenge des Injektorrücklaufes nach der Vorförderpumpe in den Niederdruckkreis einzuspeisen. Dadurch können druckempfindliche Räume eines Kraftstoffinjektors bzw. eines Druckübersetzermoduls, wie z.B. ein Magnetventilankerraum weiterhin auf ein niedrigeres Druckniveau entspannt werden.

Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

Es zeigt:

- 5 Figur 1 den hydraulischen Aufbau von Hochdruck- und Niederdruckkreis an einem Hochdruckspeichereinspritzsystem mit Druckübersetzer,
- Figur 2 die hydraulische Funktionsweise eines Kraftstoffeinspritzsystems mit Hochdruckspeicherraum und Druckübersetzer und
- 10 Figur 3 die erfindungsgemäß vorgeschlagene hydraulische Verschaltung des Niederdruckkreises eines Kraftstoffeinspritzsystemes mit Druckübersetzer und Hochdruckspeicherraum.

Ausführungsvarianten

Figur 1 zeigt die hydraulische Verschaltung der Komponenten eines Kraftstoffeinspritzsystems mit Hochdruckspeicherraum und Druckübersetzung sowie die darin eingesetzten Komponenten.

20 Das Kraftstoffeinspritzsystem mit Hochdruckspeicherraum 4 und einem einem Kraftstoffinjektor 10 vorgeschaltetem Druckübersetzer 7 umfasst ein Hochdruckförderaggregat 1. Dem Hochdruckförderaggregat 1 ist eine nicht näher dargestellte Zumesseinheit vorgeschaltet, über welche dem Hochdruckförderaggregat Kraftstoff bedarfsgesteuert zugemessen wird. Von einem Kraftstofftank 14, der Kraftstoff eines entsprechend des Kraftstoffpe-

25 gels 15 enthält, strömt über einen Zulauf 16 Kraftstoff einer dem Hochdruckförderaggregat 1 vorgeschalteten Vorförderpumpe zu. Dort wird dieser auf Vorförderdruck verdichtet. Anschließend durchläuft der verdichtete Kraftstoff einen Kraftstofffilter 17 und wird von einer nicht näher dargestellten Zumesseinheit bedarfsgesteuert dem Hochdruckförderaggregat 1 zugemessen. Steuer-, Spül- und Schmiermengen werden über eine Rücklaufleitung

30 19 zum Kraftstofftank 14 zurückgeführt.

Der auf Vorförderdruck verdichtete Kraftstoff wird im Hochdruckförderaggregat 1 verdichtet und im Hochdruckspeicherraum 4 gespeichert. Das Hochdruckförderaggregat 1 ist

35 über eine Hochdruckzuleitung 2 mit dem Hochdruckspeicherraum 4 verbunden. Die Hochdruckleitung 2 ist an einem Hochdruckanschluß 3 am Hochdruckspeicherraum 4 aufgenommen.

Vom Hochdruckspeicherraum 4 strömt unter dem durch das Hochdruckförderaggregat 1 aufgebauten Druck stehender Kraftstoff über die Zuleitung 6 dem Druckübersetzer 7 zu. Über eine Rücklaufleitung 5 zum Kraftstofftank 14 steht der Hochdruckspeicherraum 4 in Verbindung mit dem Kraftstofftank 14.

5 Von einem im Druckübersetzer 7 enthaltenen Hochdruckraum 9 strömt dem Kraftstoffinjektor 10 unter einem nochmals erhöhten Druckniveau stehender Kraftstoff zu, der an einer Einspritzdüse 12 des Kraftstoffinjektors 10 in den in Figur 1 nicht dargestellten Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzt werden kann.

10 Gemäß der in Figur 1 dargestellten Konfiguration werden alle im System auftretenden Rücklaufmengen, d.h. die Rücklaufmenge der Zumesseinheit sowie die Rücklaufmenge des Druckübersetzers 7 sowie die Rücklaufmenge vom Kraftstoffinjektor 10 vollständig entspannt und in den Kraftstofftank 14 zurückgeleitet. Der Druckübersetzer 7 ist in der in Figur 1 dargestellten Systemkonfiguration als separates Bauteil beschaffen, kann aber sowohl am Hochdruckspeicherraum 4 als auch am Kraftstoffinjektor 10 integriert ausgebildet sein.

Die in den unter Atmosphärendruck Kraftstofftank 14 zurückgesteuerten Leckage- bzw. Ansteuerungen strömen über die Rückläufe 13 vom Kraftstoffinjektor 10, die Rücklaufleitung 8 vom Druckübersetzer 7, die Rücklaufleitung 5 vom Hochdruckspeicherraum 4 und über die Rücklaufleitung 19 der Zumesseinheit sämtlich in den Kraftstofftank 14 zurück.

20 Der Darstellung gemäß Figur 2 ist die hydraulische Funktionsweise eines Kraftstoffeinspritzsystems, welches einen Druckübersetzer enthält, zu entnehmen.

Über die Zuleitung 6 wird dem Druckübersetzer 7 Kraftstoff zugeführt, der unter dem im Hochdruckspeicherraum 4 (hier nicht dargestellt) herrschenden Druckniveau steht. Der Kraftstoff strömt über die Zuleitung 6 in einen Arbeitsraum 26 des Druckübersetzers 7 ein. 30 Parallel zur Zuleitung, die den Arbeitsraum 26 des Druckübersetzers 7 beaufschlagt, erstrecken sich ein erster Kanal 23 sowie ein zweiter Kanal 24. Innerhalb des ersten Kanals 23 ist ein Befüllventil 20 aufgenommen; der zweite Kanal 24 umfasst eine Drosselstelle 21. Der erste Kanal 23 sowie der zweite Kanal 24 sowie eine ein Rückschlagventil 22 enthaltende Überströmleitung 25 stehen allesamt mit einem Rückraum 27 des Druckübersetzers 7 in Verbindung. Innerhalb des Rückraumes 27 ist eine Rückstellfeder 30 aufgenommen, 35 welche die untere Stirnseite eines den Arbeitsraum 26 vom Hochdruckraum 9 trennenden Übersetzerkolbens 28 beaufschlagt. Am Übersetzerkolben 28 befindet sich eine Stirnseite 29, welche bei Druckentlastung des Rückraumes 27 des Druckübersetzers 7 in den Hoch-

druckraum 9 einführt. Die bei Druckentlastung 27 des Druckübersetzers 7 in den Hochdruckraum 9 einfahrende Stirnseite 29 bewirkt entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Druckübersetzers 7 innerhalb des Hochdruckraumes 9 eine nochmalige Druckerhöhung des im Hochdruckraum 9 enthaltenen Kraftstoffes. Eine Druckentlastung des Rückraumes
5 27 des Druckübersetzers 7 erfolgt durch eine Ansteuerung eines mit Bezugszeichen 31 bezeichneten Betätigungsventiles. Das Betätigungsventil 31 zur Druckentlastung des Rückraumes 27 kann beispielsweise 2/2-Wege-Ventil ausgebildet sein und steht mit einem hier in Figur 2 nicht näher dargestellten Niederdruckbereich in Verbindung.

- 10 Bei Druckentlastung des Rückraumes 27 über die Rücklaufleitung 8 nach Betätigung des Ventiles 31, erfolgt ein Verdrängen vom im Hochdruckraum 9 des Druckübersetzers 7 enthaltenen unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in eine Hochdruckversorgungsleitung 33, die sich zum Kraftstoffinjektor 10 erstreckt. Durch das in der Überströmleitung 25 zur Wiederbefüllung des Hochdruckraumes 9 enthaltene Rückschlagventil 22 wird ein Zurückströmen von aus dem Hochdruckraum 9 verdrängten Kraftstoffvolumen in den Rückraum 27 des Druckübersetzers 7 verhindert.

- Die sich vom Hochdruckraum 9 des Druckübersetzers 7 zum Kraftstoffinjektor 10 erstreckende Hochdruckversorgungsleitung 33 mündet in einen im Injektorkörper 11 des Kraftstoffinjektors 10 ausgebildeten Düsenraum 38. Ferner wird über die Hochdruckversorgungsleitung 33 ein Steuerraum 34 des Kraftstoffinjektors 10 über eine Zulaufdrossel 35 beaufschlagt. Eine Druckentlastung des Steuerraumes 34 zur Betätigung eines bevorzugt als Düsennadel ausgebildeten Einspritzventilgliedes 37 erfolgt durch die Ansteuerung eines
20 Betätigungsventiles 32, welches als 2/2-Wege-Ventil ausgeführt sein kann. Eine Druckentlastung des Steuerraumes 34 erfolgt über eine Ablaufdrossel 36 in den Rücklauf 13, der sich an das Betätigungsventil 32 zur Ansteuerung des Kraftstoffinjektors 10 anschließt.
25

- Im Injektorkörper 11 des Kraftstoffinjektors 10 gemäß der Darstellung in Figur 2 ist neben einem Düsenraum 38 ein Düsenfederraum 39 vorgesehen. Der Düsenfederraum 39 nimmt
30 eine Düsenfeder 40 auf. Ferner erstreckt sich vom Düsenfederraum 39 eine Leckageleitung über die bei einer Öffnungsbewegung des Einspritzventilgliedes 37 aus dem Düsenraum 39 abströmender Kraftstoff in den Niederdruckbereich des Kraftstoffeinspritzsystemes abströmen kann.

- 35 Über die Hochdruckversorgungsleitung 33 strömt der entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Druckübersetzers 7 komprimierte Kraftstoff in den Düsenraum 38 ein. Aufgrund des Druckaufbaus im Düsenraum 38 liegt dieser übersetzte Druck an einer Druckschulter 42 an, die am Einspritzventilglied 37 im Bereich des Düsenraumes 38 ausgebildet

ist. Das Einspritzventilglied 37 wird über die Düsenfeder 40 sowie das im Steuerraum 34 herrschende Druckniveau in seiner Schließstellung gehalten.

Bei Druckentlastung des Rückraumes 27 über das Betätigungsventil 31 fährt der Übersetzerkolben 28 mit seiner Stirnseite 29 in den Hochdruckraum 9 ein. Dabei wird in diesem ein erhöhter Kraftstoffdruck entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Druckübersetzers 7 erreicht. Im Hochdruckraum 9 strömt der Kraftstoff über die Hochdruckversorgungsleitung 33 dem Düsenraum 38 zu und wirkt auf die dem Einspritzventil 37 ausgebildete Druckschulter 42 ein. Der Steuerraum 34 wird über die Ablaufdrossel 36 beim Schalten des Betätigungsventiles 32 druckentlastet. Das Einspritzventilglied 37 fährt entgegen der Wirkung der Düsenfeder 40 auf, so dass es zu einer Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum 44 kommt. Der Steuerraum 34 wird über die Ablaufdrossel 36 beim Schalten des Betätigungsventiles 32 druckentlastet, so dass es zu einer Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum 44 kommt. Für die hydraulische Funktion der Druckübersetzung ist es unerheblich, ob der Kraftstoff im Rückraum 27 des Druckübersetzers vollständig entspannt wird oder einen Restdruck, der etwa dem Vorförderdruck entspricht, aufweist. Das Beibehalten eines geringen Restdruckniveaus innerhalb des Rückraumes 27 des Druckübersetzers ist zur Vermeidung von Kavitationseffekten im Rückraum 27 eher vorteilhaft.

Durch Betätigung des Schaltventiles 31 in seine Schließstellung, d.h. der Unterbrechung der niederdruckseitigen Verbindung zum Rücklauf erfolgt eine Befüllung des Rückraumes 27 des Druckübersetzers 7 über den ersten Kanal 23 und den zweiten Kanal 24. Dadurch fährt der Übersetzerkolben 28, unterstützt durch die im Rückraum 27 aufgenommene Rückstellfeder 30, wieder in seine Ruhelage, so dass der Hochdruckraum 9 des Druckübersetzers 7 druckentlastet wird. In Folge dessen fällt der Druck im Düsenraum 38 ab. Die Schließbewegung des als Düsenadel ausgebildeten Einspritzventilgliedes 37 wird dadurch eingeleitet, dass ein den Steuerraum 34 druckentlastendes Schaltventil 32 in seine Schließstellung geschaltet wird, so dass ein Druckaufbau im Steuerraum 34 über die von der Hochdruckversorgungsleitung 33 abzweigende Zulaufdrossel 35 erfolgt.

Figur 3 zeigt die erfindungsgemäß vorgeschlagene Schaltung eines Niederdruckbereiches eines Kraftstoffeinspritzsystems mit Druckübersetzer und Hochdruckspeicherraum.

Im in Figur 3 dargestellten Kraftstoffeinspritzsystems fördert das Hochdruckförderaggregat 1 über die Hochdruckleitung 2 Kraftstoff in den Hochdruckspeicherraum 4. Am Hochdruckspeicherraum 4 sind sechs Zuleitungsanschlüsse dargestellt, über welche eine sechs Zylinder enthaltende selbstzündende Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoff versorgt wird. Anstelle der in Figur 3 dargestellten sechs Hochdruckleitungsanschlüsse können am

Hochdruckspeicherraum 4, 5, 8, 10 oder 12 Hochdruckleitungsanschlüsse entsprechend der Zylinderzahl der mit Kraftstoff zu versorgenden Verbrennungskraftmaschine ausgeführt sein. Über die Zuleitung 6 vom Hochdruckspeicherraum 4 erfolgt die Druckbeaufschlagung des Arbeitsraumes 26 des Druckübersetzers 7. Der Druckübersetzer 7 umfasst einen Übersetzerkolben 28, der den Arbeitsraum 26 vom Rückraum 27 trennt. Wie in Figur 2 dargestellt, kann im Rückraum 27 des Rückübersetzers 7 eine Rückstellfeder 30 aufgenommen sein, welche den Übersetzerkolben 28 wieder in seine Ruhelage zurückstellt. Eine Kraftstoffbeaufschlagung des Rückraumes 27 des Druckübersetzers 7 erfolgt über die Zuleitung 6, die in den zweiten Kanal 24, die Drosselstelle 21 enthaltend, mündet. Die Druckentlastung des Rückraumes 27 erfolgt über die Rücklaufleitung 8, die mittels des Schaltventiles 31 mit einer dem Druckübersetzer dem Rückraum 27 zugeordneten Rücklaufleitung 50 verbunden oder von dieser getrennt werden kann.

Die Stirnseite 29 des Übersetzerkolbens 28 beaufschlagt den Hochdruckraum 9 des Druckübersetzers 7, so dass in diesem ein entsprechend des Druckübersetzungsverhältnisses des Druckübersetzers 7 erhöhter Kraftstoffdruck erreicht werden kann. Das dem Druckübersetzer 7 in einer Bypassleitung parallel geschaltete Rückschlagventil 22 verhindert ein Rückströmen des im Hochdruckraum 9 des Druckübersetzers 7 enthaltenen Kraftstoffvolumens in die Zuleitung 6.

Der Hochdruckraum 9 des Druckübersetzers 7 ist mit der Hochdruckversorgungsleitung 33 verbunden. Von dieser zweigt ein Leitungsabschnitt, eine Zulaufdrossel 35 enthaltend in den Steuerraum 34 ab, ferner wird über die Hochdruckversorgungsleitung 33 der Düsenraum 38 innerhalb des Injektorkörpers 11 des Kraftstoffinjektors 10 mit unter erhöhtem, d.h. übersetzten Druck stehender Kraftstoff beaufschlagt. Wird der Kraftstoffinjektor 10 durch Schalten des Schaltventiles 32 betätigt, strömt über die offenstehende Ablaufdrossel 36 Kraftstoff, d.h. die Injektorsteuermenge, in den Rücklauf 13 ab. Gleichzeitig baut sich an der als hydraulische Fläche wirksamen Druckschulter 42 am Einspritzventilglied 37 durch die Druckbeaufschlagung des Düsenraumes 38 eine in Öffnungsrichtung des Einspritzventilgliedes 37 wirkende Kraft auf. Das Einspritzventilglied 37 fährt entgegen der im Düsenfederraum 39 eingelassenen Düsenfeder 40 auf, so dass die Einspritzöffnungen 43 der Einspritzdüse 12 geöffnet werden und vom Düsenraum 38 über den das Einspritzventilglied 37 umgebenden Ringspalt 45 Kraftstoff in den in Figur 3 nicht dargestellten Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzt werden kann.

Bei geöffnetem Schaltventil 32 strömt über die Ablaufdrossel 36 die Injektorsteuermenge aus dem Steuerraum 34 ab. Über die Rücklaufleitung 13 strömt die Injektorsteuermenge in den drucklosen Kraftstofftank 14 ab. Über die mit Bezugszeichen 53 bezeichneten Pfeile

sind weitere Rücklaufleitungen 13 der weiteren Kraftstoffinjektoren 10 zur Kraftstoffversorgung der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine angedeutet. Diese münden ebenfalls in den Rücklauf 13 in den drucklosen Kraftstofftank 14. Der dem Druckübersetzer 7 zugeordnete Rücklauf 50 jedoch mündet innerhalb eines Niederdruckkreises 64 des Kraftstoffeinspritzsystemes gemäß Figur 3 in einen Ausgleichsbehälter 51. Mit Bezugszeichen 52 bezeichnete Pfeile deuten weitere Druckübersetzer 7 zugeordnete Druckübersetzer-rückläufe 50 an, die ebenfalls in den Ausgleichsbehälter 51 zurückströmen. Für die hydraulische Funktion des Druckübersetzers 7 ist es unerheblich, ob der Kraftstoff im Rückraum 27 des Druckübersetzers 7 vollständig entspannt wird oder auf einen Restdruck, der in etwa dem durch eine Vorförderpumpe 55 aufgebauten Druck entspricht. Ein geringer Restdruck innerhalb des Rückraumes 27 des Druckübersetzers 7 ist zur Vermeidung von Kavitationseffekten eher vorteilhaft.

Bei Entspannung des Rückraumes 27 bis auf einen Restdruck, der in etwa dem mit einer niederdruckseitigen Vorförderpumpe 55 erreichbaren Druckniveau entspricht, strömt vom Ausgleichsbehälter 51 Kraftstoff in einen Leitungsabschnitt 60. Der Leitungsabschnitt 60 umfasst mehrere Einspeisestellen 61, 62, 63, an denen der unter Restdruck stehende Kraftstoff im Ausgleichsbehälter 51 wieder in den Niederdruckkreis 64, d.h. vor dem Hochdruckförderaggregat 1 eingespeist werden kann.

Eine erste Möglichkeit besteht darin, den vom Ausgleichsbehälter 51 unter Restdruck stehenden Kraftstoff an einer ersten Einspeisungsstelle 61, die hinter dem druckseitigen Ausgang 56 der Vorförderpumpe 55 angeordnet ist, in den Leitungsabschnitt 60 einzuspeisen. Dazu kann ein erster Einspeisungsabschnitt 66.1 vorgesehen sein. Die Einspeisestellen 61, 62 und 63 liegen allesamt hinter der Druckseite 56 der Vorförderpumpe 55, so dass das von der Vorförderpumpe 55 zu fördernde Kraftstoffvolumen erheblich reduziert wird. Dies rührt daher, dass der Druckübersetzer 7 relativ hohe Rücklaufmengen produziert, die sich aus dem Übersetzungsverhältnis multipliziert mit der Einspritzmenge ergeben. Im Ausgleichsbehälter 51, in welchem die Rücklaufmengen des Druckübersetzers 7 aufgenommen werden, können Druckschwingungen im Rücklaufpfad der Druckverstärker 7 gedämpft werden. Ferner entfaltet der Ausgleichsbehälter 51 eine gewisse Kühlwirkung was das Temperaturniveau des Kraftstoffes innerhalb des Niederdruckkreises 64 günstig beeinflusst.

Zur Absicherung ist dem Ausgleichsbehälter 51 in Abströmrichtung des in diesen enthaltenen Kraftstoffs gesehen, ein Überdruckventil 54 nachgeschaltet. Dieses Überdruckventil 54 ist analog zur von den Kraftstoffinjektoren 10 verlaufenden Rückläufen 13 mit dem drucklosen Kraftstofftank 14 verbunden. Die Rücklaufmenge, die von den sechs Druckver-

stärkern 7 einer sechs Zylinder aufweisenden selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine herrühren, können an einer ersten Einspeisestelle 61 in den Leitungsabschnitt 60 eingespeist werden. Werden die von den Druckverstärkern 7 bei Druckentlastung der Arbeitsräume 27 abgesteuerten Kraftstoffmengen vor dem Kraftstofffilter 17 eingespeist, so kann
5 in vorteilhafter Weise eine Reinigung der abgesteuerten Rücklaufmengen der Druckverstärker 7, 52 erreicht werden. Alternativ ist es möglich, die im Ausgleichsbehälter 51 aufgenommenen Rücklaufmengen der Druckverstärker 7 an einer zweiten Einspeisungsstelle 62 einzuspeisen, die dem Kraftstofffilter 17 nachgeschaltet ist. Die Einspeisung der Rücklaufmengen der Druckverstärker 7 an der zweiten Einspeisungsstelle 62 über einen zweiten
10 Einspeisungsabschnitt 66.2 bietet den Vorteil, dass die Filtergröße des Kraftstofffilters 17 verringert werden kann, was hinsichtlich des Bauvolumens günstig ist.

Die in den Ausgleichsbehälter 51 von den Druckverstärkern 7 zurückströmenden Rücklaufmengen können schließlich auch an einer dritten Einspeisungsstelle 63 über einen dritten Einspeisungsabschnitt 66.3 in den Einleitungsabschnitt 60 im Niederdruckkreis 64 zugeführt werden. Die dritte Einspeisungsstelle 63 ist einer Zumesseinheit 59 nachgeschaltet, welche bedarfsgesteuert die Zumessung von Kraftstoff zum Hochdruckförderaggregat 1 außerhalb des Niederdruckkreises 64 übernimmt. Durch eine der Zumesseinheit 59 nachgeschaltete dritte Einspeisungsstelle 63 kann erreicht werden, dass die Rücklaufmengen der
20 Druckübersetzer 7 hinter der Zumesseinheit 59, dem Hochdruckförderaggregat 1 außerhalb des Niederdruckkreises 64 vorgeschaltet, in den Einleitungsabschnitt 60 eingeleitet werden, so dass der notwendige Durchflußquerschnitt der Zumesseinheit 59 kleingehalten werden kann. Durch die Einspeisung der im Ausgleichsbehälter 51 enthaltenen Rücklaufmenge der Druckübersetzer 7 im Einleitungsabschnitt 60 lässt sich bei allen drei Einspeisungsvarianten, d.h. Positionen 61, 62, 63 der von der Vorförderpumpe 55 zu fördernde Kraftstoffvolumenstrom erheblich reduzieren. Dies erlaubt eine kleinere Dimensionierung der Vorförderpumpe 55, da die von der Vorförderpumpe 55 aufzubringende Förderpumpenleitung hinsichtlich des Kraftstoffvolumenstromes der dem Hochdruckförderaggregat 1 außerhalb des Niederdruckkreises 64 zugeführt wird, um die vom Ausgleichsbehälter 51 innerhalb
30 des Einleitungsabschnittes 60 an den Einspeisestellen 61, 62, 63 zugeführten von den Druckverstärkern 7 abgesteuerten Rücklaufmengen ergänzt werden. Dass im Niederdruckkreis 64 herrschende Druckniveau, welches durch die Vorförderpumpe 55 aufgebaut wird, liegt bevorzugt im Bereich zwischen 5 bis 7 bar welches dem Restdruckniveau entspricht, was bei der Entlastung des Rückraumes 27 des Druckverstärkers 7 bei Ansteuerung von dessen Betätigungsventil 31 im Arbeitsrückraum 27 verbleibt. Druckschwankungen innerhalb des Einleitungsabschnittes 30 können durch ein Druckregelventil 57 ausgeglichen
35 werden, welches in einem in den Kraftstofftank 14 mündenden Leitungsabschnitt aufge-

nommen ist, der innerhalb des Einleitungsabschnittes 60 zwischen dem Kraftstofffilter 17 und der Zumesseinheit 59 abzweigt.

5 Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Konfiguration des Niederdruckkreises 64 des Kraftstoffeinspritzsystems gemäß Figur 3 lässt sich beim Zuführen des aus dem Ausgleichsbehälter 51 abströmenden Kraftstoffvolumens in der zweiten Einspeisungsstelle 62 unmittelbar hinter dem Kraftstofffilter 17 zudem erreichen, dass der Kraftstofffilter 17, 58 für kleinere Kraftstoffvolumenströme ausgelegt werden kann, was die Baugröße von Förderkomponenten und Filterkomponenten innerhalb des Niederdruckkreises 64 der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sehr günstig beeinflusst.

Eine weitere Reduktion des durch die Vorförderpumpe 55, das Filterelement 17 sowie die Zumesseinheit 59 dem Hochdruckförderaggregat 1 zuzuführenden Kraftstoffvolumenstroms kann dadurch realisiert werden, den in der Darstellung gemäß Figur 3 in den Kraftstofftank 14 über die den Kraftstoffinjektoren 10 zugeordnete Rücklaufleitung 13 und einen Teilmengentrücklauf 65 abströmende Leckagemenge, ebenfalls lediglich bis auf den durch die Vorförderpumpe 55 aufzubringenden Vorförderdruck zu entspannen. Dieser über die Rücklaufleitung 13 vom Kraftstoffinjektor 10 bzw. den Kraftstoffinjektoren 10 abströmenden Kraftstoffvolumenstrom wird bevorzugt hinter der Druckseite 56 an der Vorförderpumpe 55 in den Niederdruckkreis 64 eingespeist. Dadurch kann auch bei Kraftstoffeinspritzsystemen, die ohne Druckverstärker ausgeführt sind, die durch die Vorförderpumpe 55 zu fördernde Kraftstoffmenge reduziert werden. Je nach Injektorbauweise der Kraftstoffinjektoren 10 und dem im Hochdruckspeicherraum 4 durch das Hochdruckförderaggregat 1 aufbrachten Kraftstoffdruck kann die Rücklaufmenge des oder der Kraftstoffinjektoren 10 einen erheblichen Anteil an der Gesamtkraftstoffmenge ausmachen. Die vom Kraftstoffinjektor 10 abströmende Rücklaufmenge setzt sich im wesentlichen aus dem bei Öffnungsbewegung des Einspritzventilgliedes in den Düsenfederraum 39 abgesteuerten Kraftstoffvolumenstrom und den bei Betätigung des Schaltventiles über die Ablaufdrossel 36 aus dem Steuerraum 34 abströmenden Steuervolumen zusammen. Bei dem in Figur 3 dargestellten Kraftstoffeinspritzsystem zur Versorgung einer sechszylindrigen selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine sind die Rückläufe 53 weiterer Kraftstoffinjektoren 10, die hier nicht näher dargestellt sind, durch die auf die Rücklaufleitung 13 weisenden Pfeile angedeutet.

35 Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Konfiguration des Niederdruckkreises 64 eines Kraftstoffeinspritzsystemes kann eine vollständige Entspannung der von den Druckübersetzern 7 zurückströmenden hohen Rücklaufmenge, die ein mehrfaches der Einspritzmenge betragen können, auf Atmosphärendruck vermieden werden. Bei bisher bekannten Druck-

übersetzern wird diese Rücklaufmenge vollständig entspannt und in den drucklosen Kraftstofftank 14 zurückgeführt. Anschließend muss der gesamte Mengenbedarf bei diesem System von der Vorförderpumpe 55 auf Vorförderdruck (5 bis 7 bar) komprimiert werden, um eine Füllung der Pumpenräume des Hochdruckförderaggregates 1 zu gewährleisten. Wird
5 hingegen die von den Druckverstärkern 7 zurückströmende Rücklaufmenge nicht vollständig entspannt, sondern auf einem dem Vorförderdruck der Vorförderpumpe 55 entsprechenden Druck gehalten und an der ersten Einspeisestelle 61, der zweiten Einspeisestelle 62 und der dritten Einspeisestelle 63 innerhalb des Einleitungsabschnittes 60 dem Niederdruckkreis 64 wieder zugeführt, kann die konstruktive Auslegung des Kraftstofffilters 17
10 bzw. 58 sowie die Dimensionierung von Zumesseinheit 59 und Vorförderpumpe 55 auf geringere Volumenströme erfolgen. Obwohl die geringere Förderleistung der Vorförderpumpe 55 in der Regel nicht bedarfsgeregelt ausgeführt wird, können in bestimmten Kennfeldpumpen auftretende hohe Überströmmungen vermieden werden, die zu einem Wirkungsgradverlust des gesamten Kraftstoffeinspritzsystemes in nicht unerheblichem Maße beitragen können.

Bezugszeichenliste

	1	Hochdruckförderaggregat
5	2	Hochdruckleitung
	3	Hochdruckanschluss
	4	Hochdruckspeicherraum (Common-Rail)
	5	Rücklaufleitung zum Kraftstofftank
	6	Zuleitung
10	7	Druckübersetzer
	8	Rücklaufleitung Druckübersetzer
	9	Hochdruckraum Druckübersetzer
	10	Kraftstoffinjektor
	11	Injektorkörper
	12	Einspritzdüse
	13	Rücklauf Kraftstoffinjektor
	14	Kraftstofftank
	15	Kraftstoffpegel
	16	Zulauf Hochdruckförderaggregat 1
20	17	Kraftstofffilter
	18	Bypassleitung
	19	Überströmleitung Kraftstofftank
	20	Befüllventil
	21	Drosselstelle
25	22	Rückschlagventil
	23	erster Kanal
	24	zweiter Kanal
	25	Überströmleitung
	26	Arbeitsraum
30	27	Rückraum
	28	Übersetzerkolben
	29	Übersetzerkolben Stirnseite
	30	Rückstellfeder
	31	Betätigungsventildruckübersetzer
35	32	Schaltventil Kraftstoffinjektor
	33	Hochdruckversorgungsleitung Kraftstoffinjektor
	34	Steuerraum
	35	Zulaufdrossel

- 36 Ablaufdrossel
- 37 Einspritzventilglied
- 38 Düsenraum
- 39 Düsenfederraum
- 5 40 Düsenfeder
- 41 Ringfläche Einspritzventilglied
- 42 Druckschulter
- 43 Einspritzöffnung
- 44 Brennraum
- 10 45 Ringspalt
- 46 Brennraumseitiger Sitz Einspritzventilglied 37

- 50 Druckübersetzer-Rücklauf
- 51 Ausgleichsbehälter
- 52 Rückläufe weitere Druckübersetzer
- 53 Rückläufe weitere Kraftstoffinjektoren 10
- 54 Überdruckventil
- 55 Vorförderpumpe
- 56 Druckseite Vorförderpumpe
- 20 57 Druckregelventil

- 59 Zumesseinheit
- 60 Einleitungsabschnitt
- 61 erste Einspeisungsstelle
- 25 62 zweite Einspeisungsstelle
- 63 dritte Einspeisungsstelle
- 64 Niederdruckkreis
- 65 Teilmengentrücklauf Kraftstoffinjektor
- 66.1 erster Einspeisungsabschnitt
- 30 66.2 zweiter Einspeisungsabschnitt
- 66.3 dritter Einspeisungsabschnitt

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle (1, 4) mit Kraftstoff versorgbaren Kraftstoffinjektor (10), der ein Einspritzöffnungen (43) freigebendes oder verschließendes Einspritzventilglied (37) umfasst und einen Niederdruckkreis (64) mit einer Vorförderpumpe (55) enthält, die aus einem Kraftstoffbehälter (14) Kraftstoff fördert, dadurch gekennzeichnet, dass dem Niederdruckkreis (64) auf den Vorförderdruck der Vorförderpumpe (55) entspannte Rücklaufteilmengen von Druckübersetzern (7, 52) oder von Kraftstoffinjektoren (10) innerhalb eines Einspeisungsabschnittes (60) über Rückläufe (50, 52; 13, 53) zugeführt werden.
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffhochdruckquelle (1) einen Hochdruckspeicherraum (4) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Niederdruckkreis (64) ein von den Rückläufen (50, 52) vom Druckübersetzer (7) beaufschlagten Ausgleichsbehälter (51) umfasst.
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Niederdruckkreis (64) einen Kraftstofffilter (17) und eine Zumesseinheit (59) umfasst.
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass vom Ausgleichsbehälter (51) ein erster Einspeisungsabschnitt (66.1) zu einer ersten Einspeisestelle (61) im Einspeisungsabschnitt (60) verläuft, die dem Kraftstofffilter (17) vorgeschaltet ist.
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass vom Ausgleichsbehälter (51) ein zweiter Einspeisungsabschnitt (66.2) zu einer zweiten Einspeisestelle (62) im Einspeisungsabschnitt (60) verläuft, die dem Kraftstofffilter (17) nachgeschaltet ist.
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass vom Ausgleichsbehälter (51) ein dritter Einspeisungsabschnitt (66.3) zu einer dritten Einspeisungsstelle (63) im Einspeisungsabschnitt (60) verläuft, die der Zumesseinheit (59) nachgeordnet ist.

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Ansprüche 5, 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspeisungsabschnitte (66.1, 66.2, 66.3) über jeweils ein Überdruckventil (54) gegen den Kraftstofftank (14) gesichert sind.

5 9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Einleitungsabschnitt (60) sich von der Druckseite (56) der Vorförderpumpe (55) zum Hochdruckförderaggregat (1) erstreckt.

10 10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstofffilter (17) und die Zumesseinheit (59) für das Hochdruckförderaggregat (1) innerhalb des Einspeisungsabschnittes (60) angeordnet sind.

11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Niederdruckkreis (64) sowohl Injektorsteuermengen als auch Leckagemengen der Kraftstoffinjektoren (10) über einen Rücklauf (13, 53) innerhalb des Einspeisungsabschnittes (60) hinter der Vorförderpumpe (55) zugeführt werden.

12. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckübersetzer (7) in den Hochdruckspeicherraum (4) integriert ist.

20

13. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckübersetzer (7) in den Kraftstoffinjektor (10) integriert ist.

25

14. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorförderdruck der Vorförderpumpe (55) zwischen 4 und 8 bar liegt.

30

15. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckänderung im Rückraum (27) des Druckverstärkers (7, 52) eine Druckänderung im Hochdruckraum (9) des Druckübersetzers (7, 52) bewirkt.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Verbrennungs-
5 kraftmaschine mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle (1, 4) mit Kraftstoff versorgbaren Kraftstoffinjektor (10), der ein Einspritzöffnungen (43) freigebendes oder verschließendes Einspritzventilglied (37) umfasst und einen Niederdruckkreis (64) mit einer Vorförderpumpe (55) enthält, die aus einem Kraftstoffbehälter (14) Kraftstoff fördert, dadurch gekennzeichnet, dass dem Niederdruckkreis (64) auf den Vorförderdruck der Vor-
10 förderpumpe (55) entspannte Rücklaufmengen von Druckübersetzern (7, 52) oder von Kraftstoffinjektoren (10) innerhalb eines Einspeisungsabschnittes (60) über Rückläufe (50, 52; 13, 53) zugeführt werden.



(Figur 3)

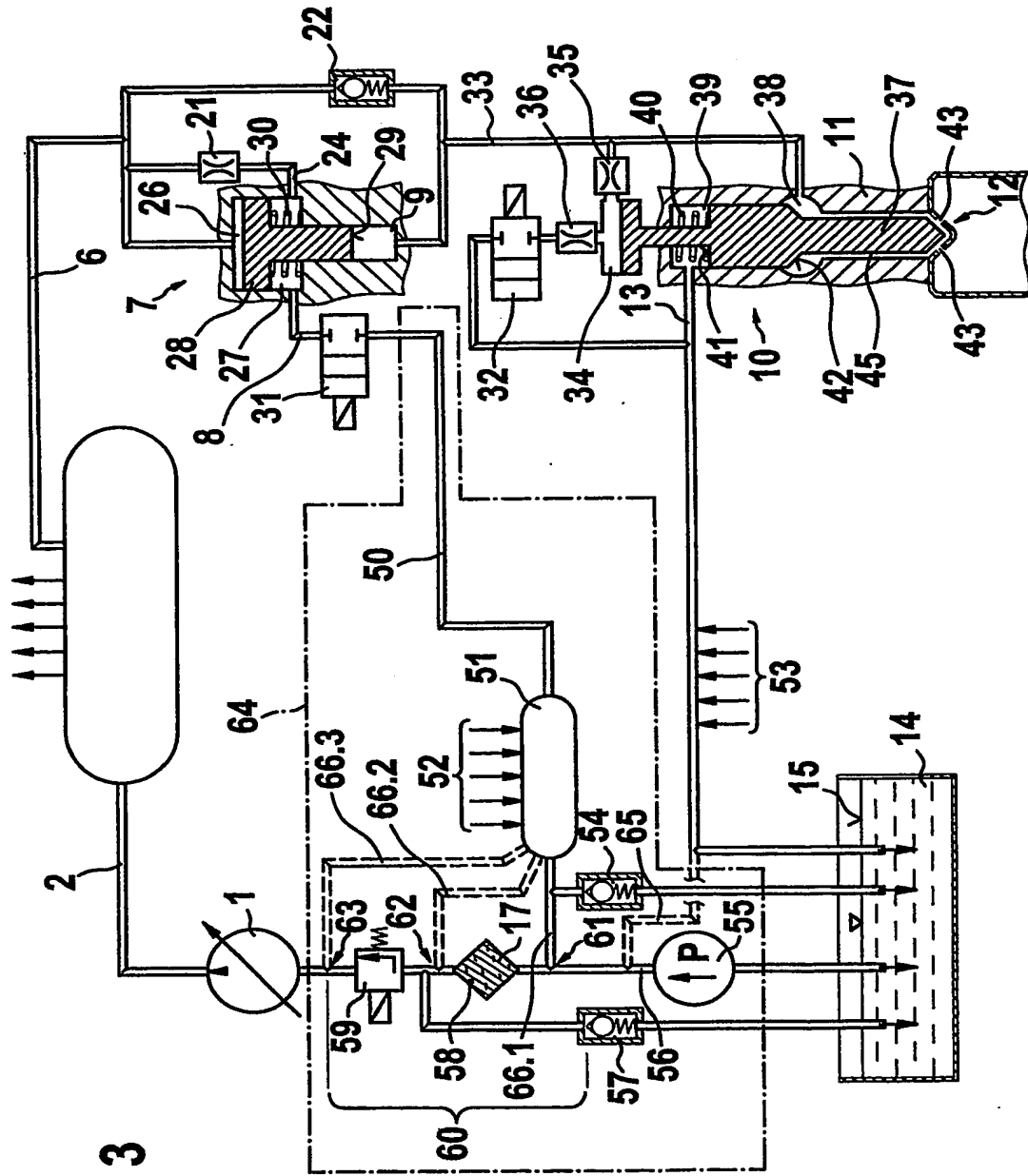


Fig. 3

Fig. 1

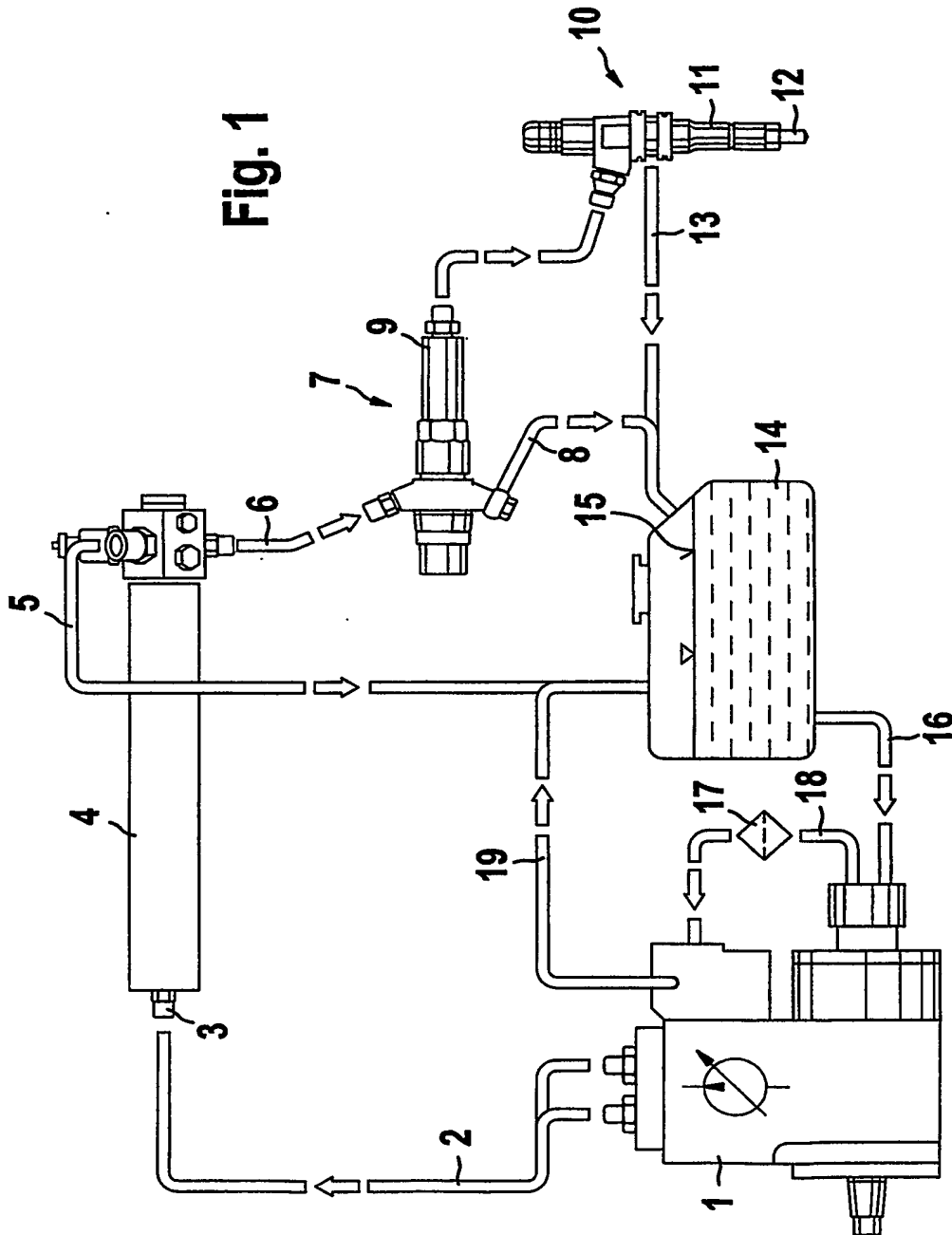
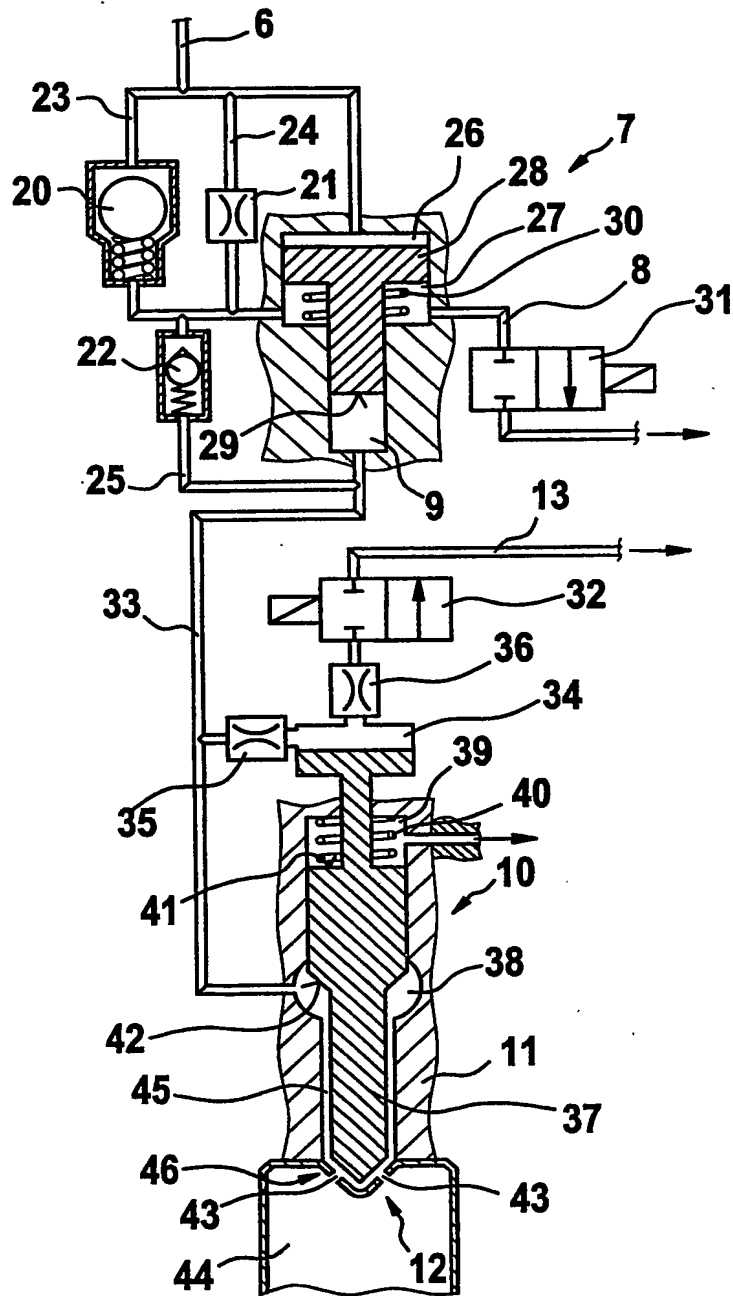


Fig. 2



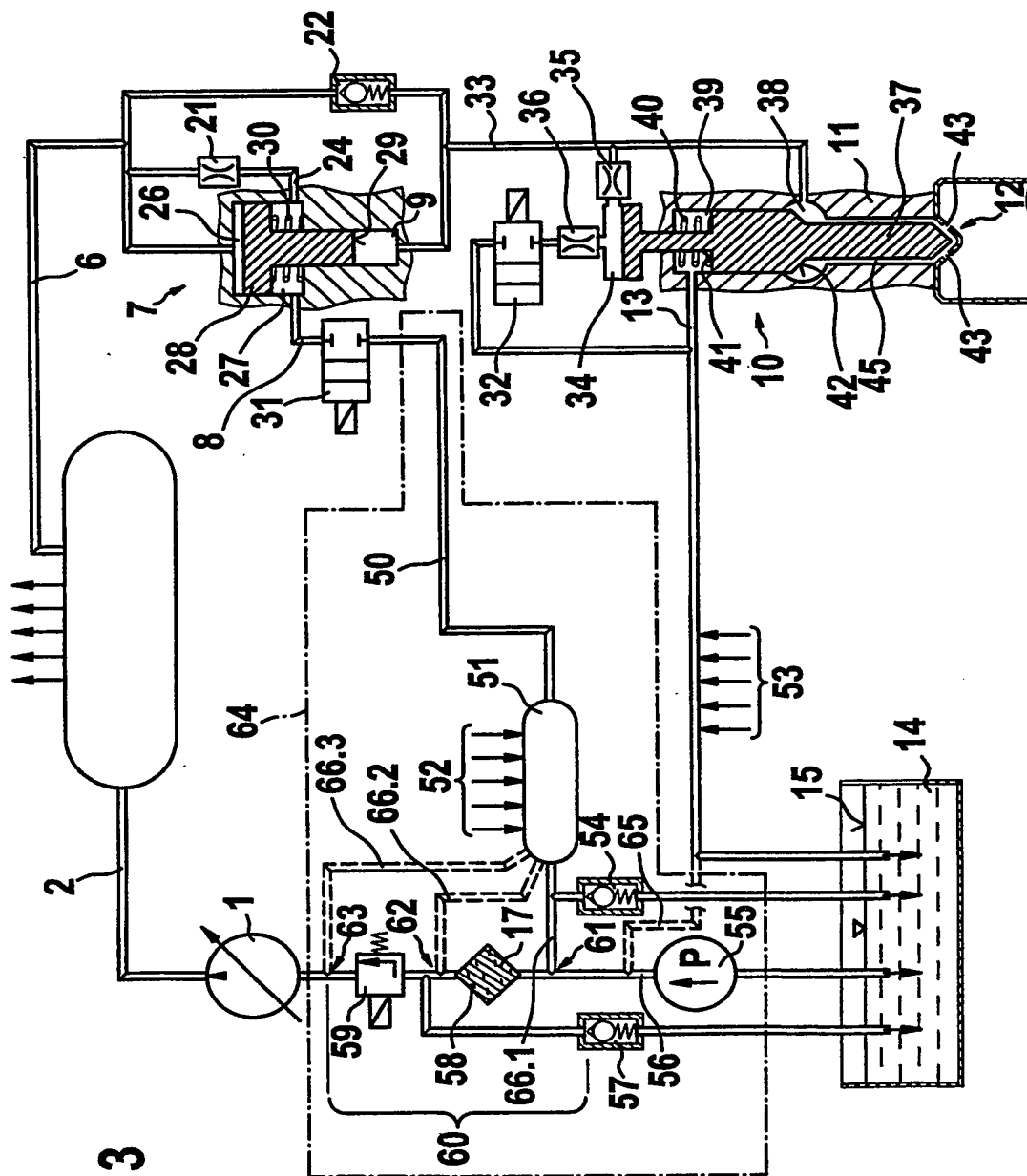


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.